

Utjecaj bakterizacije i prihrane dušikom na prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi s tritikale

Darko Uher, Zvonimir Štafa, Mihaela Blažinkov

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 631.115.1

Sažetak

Dvogodišnjim istraživanjima (1999. do 2001. g.) utvrđivan je utjecaj bakterizacije sjemena ozimog graška kao i utjecaj prihrane dušikom na broj i aktivnost kvržica na korijenu graška, na prinos zelene mase, suhe tvari i na krmnu vrijednost smjese graška cv. Maksimirski ozimi i tritikale cv. Clercal. Prije sjetve izvršena je predstjetvena bakterizacija sjemena graška autohtonim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška (141), kao i aktivni broj kvržica (133) utvrđen je na bakteriziranoj varijanti. Prosječni prinosi zelene mase smjese iznosili su od 48,2 t ha⁻¹ (kontrola) do 52,1 t ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi suhe tvari iznosili su od 11,6 t ha⁻¹ (kontrola) do 13,3 t ha⁻¹ (prihrana dušikom). Prinosi sirovih bjelančevina graška u 2001. g. varirali su od 196 kg ha⁻¹ (kontrola) do 333 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom), a tritikale od 1 562 kg ha⁻¹ (kontrola) do 2 105 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom). Ukupni prinosi sirovih bjelančevina smjese iznosili su od 1 758 kg ha⁻¹ (kontrola) do 2 438 kg ha⁻¹ (prihrana dušikom).

Ključne riječi: bakterizacija, prihrana dušikom, prinos zelene mase, prinos suhe tvari, krmna vrijednost

Uvod i pregled literature

Potrebnu krmu (voluminozna i dio koncentrata) trebalo bi proizvoditi na vlastitom gospodarstvu za namirenje potreba. Zato se iznalaze rješenja kako potrebnu hranu (krma) proizvoditi racionalnije i rentabilnije štednjom fosilne energije, te na taj način namiriti potrebe stada iz organske tvari koja je svake godine obnovljiva. Za povećanu proizvodnju organske tvari treba i povećana količina hranjiva, a osobito dušika. Za vezanje 1 kg dušika, industrija potroši oko 80 MJ energije, dok je za proizvodnju 1 kg P₂O₅ potrebno 12 MJ, a za proizvodnju 1 kg K₂O potrebno je samo 8 MJ energije (Strunjak, Redžepović 1986.).

Različitim porodicama biljaka potrebne su različite količine dušika. Veće su potrebe pri intenzivnoj proizvodnji i korištenju. Dušik je osobito potreban

kulturama koje daju visoke prinose mase vrlo visoke kakvoće. Vrlo visoku kakvoću krme imaju neke vrste iz porodice mahunarki. Međutim, neke vrste iz porodice mahunarki obično daju i visoke prinose za koje se potrebna količina dušika namiruje iz tla. Dio potrebnog dušika te mahunarke mogu namiriti biološkim vezanjem iz atmosfere u kojoj ga ima oko 78 % ili nad svakim hektarom 6 400 kg (FAO, 1984.). Za vezanje dušika iz atmosfere mahunarke troše solarnu energiju akumuliranu u asimilatima biljke domaćina. Vezanje dušika iz atmosfere je učinkovitije ako mahunarke žive u simbiozi s učinkovitim sojem kvržičnih bakterija, koje gotovo u potpunosti mogu namiriti potrebe biljke na dušiku.

Soja po jedinici prinosa zrna treba četiri puta više dušika nego žitarice (Hardy i Havelka, 1975.), a za namirenje tih potreba industrija treba utrošiti određene količine energije. Stoga su razumljiva nastojanja da se mahunarkama omogući maksimalno korištenje dušika iz atmosfere, tim više što se za njegovu redukciju koristi solarna energija iz obnovljivih izvora (Strunjak, Redžepović 1984.). Dio potrebne količine dušika za ostvarenje svojih prinosa biljke iz porodice mahunarki mogu osigurati simbioznom aktivnošću pomoću kvržičnih bakterija iz rodova *Rhizobium* i *Bradyrhizobium*. One biološki vežu atmosferski dušik, koji se odmah koristi za sintezu bjelancevina u biljci i na taj se način spriječava opasnost od onečišćenja podzemnih voda nitratima.

Mahunarke uzgajane za zrno, sijeno, ispašu, zelenu gnojidbu, ili druge svrhe, putem svojih simbionata na cijeloj Zemlji vežu oko 80×10^6 tona atmosferskog dušika godišnje, što je više od polovice ukupne količine biološki vezanog dušika na Zemlji (Evans i Barber, 1977.), odnosno, industrijskim Haber-Bosch postupkom u svijetu se osigurava 60×10^6 t dušika godišnje (FAO Technical Handbook, 1989.).

Nakon skidanja mahunarki u tlu ostaje po hektaru nekoliko tona lako razgradive korjenove mase i strni čime obogaćuju tlo organskom tvari bogate dušikom (Russel, 1950.). Na taj se način održava plodnost tla i omogućuje kulturama koje slijede u plodoredu vezani atmosferski dušik, (Bonnier i Brakel, 1969.).

Zbog čitavog niza prednosti biološkog vezanja dušika, nastoji se tom vezanju dati veće značenje i više ga intenzivirati bakterizacijom sjemena mahunarki za tu svrhu odabranim djelotvornim sojevima, a radi što uspješnijeg uzgajanja mahunarki većeg prinosa i bolje kakvoće, a uz smanjena ulaganja.

Materijal i metode rada

U Maksimiru su od 1999./2000. do 2000./2001. godine provedena istraživanja utjecaja bakterizacije i prihrane dušikom (KAN) na prinos mase smjese ozimog graška cv. Maksimirski ozimi 100 zrna po m² i tritikale cv. Clercal 200 zrna po m², a u 2001. godini i na krmnu vrijednost proizvedene mase.

Istraživanja su provedena slučajnim bloknom rasporedom varijanata u četiri ponavljanja, a istraživane su sljedeće varijante navedene smjese:

1. Kontrola (samo osnovna gnojdba)
2. Bakterizacija sjemena graška *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*
3. Prihrana dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a)
4. Bakterizacija sjemena graška *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* i prihrana dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a).

Tlo pokušališta Agronomskog fakulteta u Zagrebu je aluvijalno-koluvijalno smeđe, razvijeno na aluviju, slabo kisele reakcije (pH u nKCl je 6,0). U sloju od 0 do 20 cm sadrži 2,7 % humusa, a u sloju od 20 do 60 cm 1,4 %. Tlo je sadržavalo 20,2 mg P₂O₅/100 g tla i 12,2 mg K₂O/100 g tla.

Prema podacima meterološke postaje Zagreb-Maksimir, područje Zagreba prema Langovom kišnom faktoru (80,4) ima humidnu klimu (tablica 1.). Tijekom dvije godine istraživanja prosječne temperature zraka bile su više od desetogodišnjeg prosjeka, osobito 2000. godine u veljači, ožujku, travnju i svibnju, a 2001. godine u veljači, ožujku i svibnju. U veljači obje godine istraživanja, količina oborina bila je manja od desetogodišnjeg prosjeka. U ožujku, travnju i svibnju 2001. godine količina oborina bila je veća a 2000. godine manja od desetogodišnjeg prosjeka.

Tlo je za sve varijante predstjetveno gnojeno NPK kombinacijom 8:26:26 500 kg ha⁻¹ (40 kg ha⁻¹ N, 130 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 130 kg ha⁻¹ K₂O). Bakterizacija sjemena graška izvršena je neposredno pred sjetvu (varijante 2 i 4) autohtonim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Varijante 3 i 4 su tijekom vegetacije prihranjivane dušikom (2 x 100 kg ha⁻¹ KAN-a). Ukupno je dano 94 kg dušika, 130 kg P₂O₅, 130 kg K₂O ha⁻¹.

Osobine i urodi mase smjese, koja je bila ujednačena, utvrđivani su na parceli površine 10 m² poljskom vagon za svaku varijantu i ponavljanje (30. travnja 2000. i 28. travnja 2001.) te preračunavani na hektar. Suha tvar je iz

prosječnog odvojenog uzorka graška odnosno tritikale, (1 kg zelene mase) za svaku varijantu utvrđena sušenjem na 105 °C do konstantne suhe tvari. Krmna vrijednost graška i tritikale utvrđena je metodom A.O.A.C. (1984.) iz uzoraka uzetih 28. 04. 2001. godine.

Uzorci biljaka graška izvađeni su iz tla do dubine od 30 cm na svakoj varijanti i ponavljanju. Broj kvržica utvrđivan je na korijenu pet biljaka graška 25. 04. 2000. i 2001. na svakoj varijanti po ponavljanjima. Rezultati istraživanja obrađeni su u statističkom programu SAS (1994.).

Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina 1999., 2000., 2001. te višegodišnji prosjek (meteorološka postaja Maksimir)

Table 1. Average monthly air temperature and rainfall in the year 1999., 2000., 2001. and multy year average (Weather station Maksimir)

Mjesec Month	Srednja mjesečna temperatura zraka °C Average monthly air temperature °C				Srednja količina oborina, mm Average rainfall, mm			
	1999.	2000.	2001.	Prosjek Average 1992.-2001.	1999.	2000.	2001.	Prosjek Average 1992.-2001.
I.	1	-1,6	4	1,2	47	17	79	41,4
II.	2,2	4,6	4,9	3,5	62	18	13	28,3
III.	8,7	7,8	10,4	7,0	37	46	100	52,2
IV.	12,5	14,2	10,6	11,6	64	54	79	62,7
V.	16,6	17,5	17,8	16,8	128	39	71	66,8
VI.	19,7	21,6	18,4	19,8	85	47	118	94,8
VII.	21,5	20,9	21,8	20,4	101	79	55	78,9
VIII.	20,8	23,1	22,5	21,6	76	10	14	89,0
IX.	18,7	16,6	14,4	16,2	52	85	176	111,0
X.	11,7	13,4	14,3	11,7	100	92	8	86,9
XI.	3,6	9,2	3,6	5,6	71	109	86	88,6
XII.	1,7	4,6	-1,6	1,1	99	118	24	72,8
Prosjek Average	11,6	12,7	11,8	11,4	-	-	-	-
Ukupno Total	-	-	-	-	921	712	823	873,4

Broj aktivnih kvržica na korijenu graška

Broj aktivnih kvržica na korijenu graška jako je varirao po varijantama, ali i po godinama. Najveći broj aktivnih kvržica prve godine utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (115) koja je imala signifikantno veći broj aktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na broj kvržica ostalih istraživanih varijanata.

I druge je godine utvrđen najveći broj aktivnih kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante 2 (150), koji je također bio signifikantno veći u odnosu na broj aktivnih kvržica na korijenu ostalih varijanata.

U prosjeku najveći broj aktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (132,5) koji je bio signifikantno veći, u odnosu na broj kvržica ostalih varijanata. Bakterizirana i KAN-om prihranjivana varijanta 4 (107,5) imala je u prosjeku veći broj aktivnih kvržica na korijenu graška, u odnosu na prihranjivanu varijantu 3 (98) i kontrolnu varijantu 1 (97,5).

Interakcija godina i x varijanta bila je visoko signifikantna. Sve su varijante u drugoj godini istraživanja imale veći broj aktivnih kvržica negoli iste varijante u prvoj godini istraživanja. Kontrolna varijanta 1 u drugoj godini istraživanja imala je signifikantno najmanji broj aktivnih kvržica, dok je u prvoj godini signifikantno najmanji broj aktivnih kvržica imala varijanta prihranjivana KAN-om. U 2001. godini utvrđen je za 29,2%, značajno veći broj aktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na 2000. godinu.

Broj neaktivnih kvržica na korijenu graška

Broj neaktivnih kvržica varirao je po varijantama, ali i po godinama istraživanja. Najveći broj neaktivnih kvržica u obje godine istraživanja utvrđen je na korijenu graška KAN-om prihranjivane varijante 4 koja je imala signifikantno veći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška u odnosu na ostale varijante istraživanja. U prvoj godini istraživanja signifikantno najmanji broj neaktivnih kvržica imala je bakterizirana varijanta 2 (5), a u drugoj godini kontrola (9).

U prosjeku, najveći broj neaktivnih kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4 (17) koja je imala signifikantno veći broj neaktivnih kvržica u odnosu na KAN-om prihranjivanu varijantu 3 (15), kontrolnu varijantu 1 (11) i bakteriziranu varijantu 2 (8).

Interakcija godina x varijanta bila je visoko signifikantna. Sve varijante u prvoj godini istraživanja imale su veći broj neaktivnih kvržica u odnosu na iste varijante u drugoj godini istraživanja, osim bakterizirane varijante 2 (5) koja je imala signifikantno manji broj neaktivnih kvržica u odnosu na drugu godinu istraživanja (11). Kontrola (9) je u drugoj godini istraživanja imala signifikantno najmanji broj neaktivnih kvržica, dok je u prvoj godini signifikantno najmanje neaktivnih kvržica imala bakterizirana varijanta 2 (5).

Tablica 2: Prosječan broj kvržica na korijenu graška (25.04. 2000. i 2001.)
 Table 2: Average nodule number on pea root (25th April, 2000 and 2001)

Varijanta Variant	Broj aktivnih kvržica Active nodule number			Broj neaktivnih kvržica Non active nodule number			Ukupno kvržica Total nodule number		
	Godina Year		Prosječna varijanta Average variant	Godina Year		Prosječna varijanta Average variant	Godina Year		Prosječna varijanta Average variant
	2000.	2001.		2000.	2001.		2000.	2001.	
Kontrola Control	85	110	97,5	13	9	11	98	119	108,5
Bakterizacija Inoculation	115	150	132,5	5	11	8	120	161	140,5
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	76	120	98	17	13	15	93	133	113
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	85	130	107,5	19	15	17	104	145	124,5
Prosječna godina Average year	90,3	127,5		13,5	12		103,8	139,5	
LSD 0,05			4,7			1,3			4,9
LSD 0,05 †			3,4			1,1			3,9
LSD 0,05 ‡			8,1			2,8			6,8
			Signifikantnost Significant			Signifikantnost Significant			Signifikantnost Significant
Godina/ Year			***			*			***
Varijanta / Variant			***			***			***
Godina x varijanta /Year x variant			***			***			***

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine ‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
 † values for means within year comparison ‡ values for means across year comparison

Ukupni broj kvržica na korijenu graška

Najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška prve godine istraživanja utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (120), a najmanji na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (93). U drugoj godini najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (161), a najmanji na kontrolnoj varijanti 1 (119).

U prosjeku, signifikantno najveći ukupni broj kvržica na korijenu graška imala je bakterizirana varijanta 2 (140,5), zatim bakterizirana i KAN-om prihranjivana varijanta 4 (124,5), a između varijante 1 (108,5) i prihranjivane varijante 3 (113) nije bilo značajnih razlika u ukupnom broju kvržica.

Interakcija godina x varijanta bila je signifikantna. Sve su varijante u drugoj godini istraživanja imale veći ukupan broj kvržica u odnosu na iste varijante u prvoj godini istraživanja.

Prinosi zelene mase graška u smjesi ($t\ ha^{-1}$)

Nepovoljne klimatske prilike nakon sjetve u jesen 1999. godine (suviše oborina) i nedostatak oborina u proljeće 2000. godine, utjecale su na rezultate istraživanja (tablica 3.).

U prvoj godini istraživanja, među istraživanim varijantama nisu utvrđene signifikantne razlike ($P>0,05$) u prinosima zelene mase graška.

U drugoj je godini prihranjivana varijanta 3 ($11,8\ t\ ha^{-1}$) imala signifikantno veći prinos zelene mase graška u odnosu na kontrolu 1 ($7,8\ t\ ha^{-1}$) i bakteriziranu i prihranjivanu varijantu 4 ($9\ t\ ha^{-1}$). Bakterizirana varijanta 2 ($10,4\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos zelene mase graška od kontrole ($7,8\ t\ ha^{-1}$).

U prosjeku varijanta nisu bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima zelene mase graška. U prvoj godini istraživanja utvrđen je 45 % veći prinos zelene mase graška u odnosu na drugu godinu istraživanja. Interakcija godina x varijanta nije bila signifikantna, što znači da su klimatske prilike te godine značajno utjecale na prinose zelene mase graška.

Prinosi zelene mase tritikale u smjesi ($t\ ha^{-1}$)

Prve godine je KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($19,8\ t\ ha^{-1}$) imala signifikantno najveći prinos zelene mase tritikale. Varijanta 4 ($18\ t\ ha^{-1}$) imala je signifikantno veći prinos zelene mase tritikale od kontrolne varijante 1 ($15,5\ t\ ha^{-1}$) i bakterizirane varijante 2 ($14,3\ t\ ha^{-1}$). Opravdano najmanji prinos zelene mase tritikale, imala je bakterizirana varijanta ($14,3\ t\ ha^{-1}$).

Tablica 3: Prinosi zelene mase smjese ozimog graška i tritikale ($t\ ha^{-1}$).
 Table 3: Winter pea and triticale mixture green mass yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta Variant	Prinosi graška ($t\ ha^{-1}$) Pea yield ($t\ ha^{-1}$)			Prinosi tritikale ($t\ ha^{-1}$) Triticale yield ($t\ ha^{-1}$)			Ukupni prinos ($t\ ha^{-1}$) Total yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant
	2000.	2001.		2000.	2001.		2000.	2001.	
Kontrola Control	18,3	7,8	13,05	15,5	54,8	35,15	33,8	62,6	48,20
Bakterizacija Inoculation	18,0	10,4	14,20	14,3	54,6	34,45	32,3	65,0	48,65
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	17,3	11,8	14,55	19,8	55,3	37,55	37,1	67,1	52,10
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	17,3	9,0	13,15	18,0	53,0	35,50	35,3	62,0	48,65
Prosjeak godina Average year	17,73	9,75		16,90	54,43		34,63	64,18	
LSD 0,05 †			NS			NS			NS
LSD 0,05 ‡			1,7 $t\ ha^{-1}$			1,1 $t\ ha^{-1}$			3,7 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			NS			NS			NS
Godina /Year			Signifikantnost Significant			Signifikantnost Significant			Signifikantnost Significant
Varijanta /Variant			***			***			***
Godina x varijanta / Year x variant			NS			NS			NS

‡ za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine ‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
 † values for means within year comparison ‡ values for means across year comparison

U drugoj godini istraživanja najveći prinos zelene mase tritikale utvrđen je varijantom 3 (55,3 t ha⁻¹) i varijantom 1 (54,8 t ha⁻¹) te bakteriziranom varijantom 2 (54,6 t ha⁻¹) među kojima nije bilo značajnih razlika u prinosima zelene mase tritikale ($P>0,05$). Varijantom 4 (53 t ha⁻¹) utvrđen je opravdano najmanji prinos zelene mase tritikale

U prosjeku varijanata, kao i u interakciji godina x varijanta, među istraživanim varijanata nису bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima zelene mase tritikale.

Ukupni prinosi zelene mase smjese graška i tritikale (t ha⁻¹)

Ukupni prinosi zelene mase smjese graška i tritikale varirali su po godinama i varijantama, a ovisili su o gnojdbi odnosno bakterizaciji i oborinama (tablica 3.). Prve godine istraživanja prihranjivana varijanta 3 (37,1 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći ukupni prinos zelene mase u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (32,3 t ha⁻¹). Između kontrole (33,8 t ha⁻¹), bakterizirane varijante 2 (32,3 t ha⁻¹) i varijante 4 (35,3 t ha⁻¹) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosima zelene mase smjese.

Druge su godine utvrđeni znatno viši prinosi zelene mase smjese svih varijanata u odnosu na prinose prve godine, i to zbog povoljnije količine i rasporeda oborina tijekom proljeća (tablica 1). KAN-om prihranjivana varijanta 3 (67,1 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći ukupni prinos zelene mase smjese u odnosu na kontrolu 1 (62,6 t ha⁻¹) i varijantu 4 (62 t ha⁻¹). Između kontrole (62,6 t ha⁻¹), bakterizirane varijante 2 (65 t ha⁻¹) i varijante 4 (62 t ha⁻¹) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosima zelene mase smjese.

U prosjeku varijanata postignuti su visoki prinosi zelene mase smjese svih varijanata, a kretali su se od 48,2 t ha⁻¹ na kontrolnoj varijanti do 52,1 t ha⁻¹ na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3.

Prinosi suhe tvari graška (t ha⁻¹)

Prve godine istraživanja kontrolna varijanta 1 (4 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška, u odnosu na bakteriziranu varijantu 2 (3,6 t ha⁻¹) i bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4 (3,5 t ha⁻¹), među kojima nije bilo značajnih razlika.

Druge godine istraživanja, KAN-om prihranjivana varijanta 3 (2 t ha⁻¹) imala je signifikantno veći prinos suhe tvari graška, u odnosu na kontrolnu

Tablica 4: Prinos suhe tvari smjese ozimog graška i tritikale ($t\ ha^{-1}$)
 Table 4: Winter pea and triticale mixture dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)

Varijanta Variant	Prinos suhe tvari graška ($t\ ha^{-1}$) Pea dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)			Prinos suhe tvari tritikale ($t\ ha^{-1}$) Triticale dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)			Ukupni prinosi suhe tvari ($t\ ha^{-1}$) Total dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)		
	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant	Godina Year		Prosjeak varijanata Average variant
	2000.	2001.		2000.	2001.		2000.	2001.	
Kontrola Control	4,0	1,2	2,6	4,3	13,7	9,0	8,3	14,9	11,60
Bakterizacija Inoculation	3,6	1,8	2,7	3,9	14,2	9,05	7,5	16,0	11,75
Prihrana dušikom Nitrogen Top-Dressing	3,8	2,0	2,9	5,9	14,9	10,40	9,7	16,9	13,30
Bakterizacija+prihrana Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	3,5	1,5	2,5	5,4	14,8	10,10	8,9	16,3	12,60
Prosjeak godina Average year	3,73	1,65		4,88	14,40		8,6	16,03	
LSD 0,05			NS			0,8 $t\ ha^{-1}$			0,9 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 †			0,3 $t\ ha^{-1}$			0,7 $t\ ha^{-1}$			0,9 $t\ ha^{-1}$
LSD 0,05 ‡			NS			NS			NS
Godina /Year			Signifikantnost Significant ***			Signifikantnost Significant ***			Signifikantnost Significant ***
Varijanta / Variant			NS			**			**
Godina x varijanta /Year x variant			NS			NS			NS

† za usporedbu srednjih vrijednosti unutar godine ‡ za usporedbu srednjih vrijednosti između godina
 † values for means within year comparison ‡ values for means across year comparison

varijantu 1 ($1,2 \text{ t ha}^{-1}$) i bakteriziranu i KAN-om prihranjivanu varijantu 4 ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$).

U prosjeku varijanata, kao i u interakciji godina x varijante nisu bile utvrđene signifikantne razlike u prinosima suhe tvari graška.

Prinosi suhe tvari tritikale (t ha^{-1})

KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($5,9 \text{ t ha}^{-1}$) i varijanta 4 ($5,4 \text{ t ha}^{-1}$) prve godine istraživanja dale su signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale od prinosa suhe tvari bakterizirane varijante 2 ($3,9 \text{ t ha}^{-1}$) i kontrolne varijante 1 ($4,3 \text{ t ha}^{-1}$), među kojima nije bilo signifikantnih razlika.

U drugoj godini istraživanja sa svim su varijantama postignuti veći prinosi suhe tvari tritikale, zbog povoljnog rasporeda i količine oborina u odnosu na prethodnu godinu. KAN-om prihranjivane varijante 3 ($14,9 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($14,8 \text{ t ha}^{-1}$) imale su signifikantno veći prinos suhe tvari tritikale od kontrolne varijante 1 ($13,7 \text{ t ha}^{-1}$), koja se po prinosu suhe tvari nije signifikantno razlikovala od varijante 2 ($14,2 \text{ t ha}^{-1}$).

U prosjeku su KAN-om prihranjivane varijante 3 ($10,4 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($10,1 \text{ t ha}^{-1}$) imale signifikantno veće prinose suhe tvari tritikale od bakterizirane varijante 2 ($9,05 \text{ t ha}^{-1}$) i kontrolne varijante 1 (9 t ha^{-1}).

Ukupni prinosi suhe tvari smjese (t ha^{-1})

KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($9,7 \text{ t ha}^{-1}$) imala je signifikantno veći ukupni prinos suhe tvari smjese od bakterizirane varijante 2 ($7,5 \text{ t ha}^{-1}$) i kontrole ($8,3 \text{ t ha}^{-1}$). Između varijante 4 ($8,9 \text{ t ha}^{-1}$) i kontrole ($8,3 \text{ t ha}^{-1}$) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosima suhe tvari smjese.

Druge godine istraživanja, KAN-om prihranjivane varijante 3 ($16,9 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($16,3 \text{ t ha}^{-1}$) imale su signifikantno veći ukupni prinos suhe tvari smjese od kontrolne varijante 1 ($14,9 \text{ t ha}^{-1}$).

KAN-om prihranjivana varijanta 3 ($13,3 \text{ t ha}^{-1}$) imala je u prosjeku signifikantno veći ukupni prinosi suhe tvari smjese ozimog graška i tritikale, u odnosu na kontrolu ($11,6 \text{ t ha}^{-1}$) i bakteriziranu varijantu 2 ($11,75 \text{ t ha}^{-1}$). Između varijante 3 ($13,3 \text{ t ha}^{-1}$) i 4 ($12,6 \text{ t ha}^{-1}$) nisu bile utvrđene signifikantne razlike u ukupnim prinosima suhe tvari smjese ($P > 0,05$).

Interakcija godina x varijante nije bila značajna, a to znači da su varijanta i godina djelovale neovisno jedna od druge.

Prinosi sirovih bjelančevina (kg ha^{-1})

Ukupni visoki prinosi suhe tvari i visoka kakvoća, osobito tritikale u fazi početka klasanja, rezultirali su visokim prinosima sirovih bjelančevina po jedinici površine (tablica 5).

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (333 kg ha^{-1}) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina graška, u odnosu na kontrolnu varijantu 1 (196 kg ha^{-1}). Bakterizirana varijanta 2 (286 kg ha^{-1}) imala je signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina graška od kontrolne varijante 1 (196 kg ha^{-1}). Između KAN-om prihranjivanih varijanti 3 (333 kg ha^{-1}), 4 (267 kg ha^{-1}) i bakterizacije 2 (286 kg ha^{-1}), nisu utvrđene signifikantne razlike u prinosima sirovih bjelančevina graška.

KAN-om prihranjivane varijante 3 ($2\ 105 \text{ kg ha}^{-1}$) i 4 ($2\ 038 \text{ kg ha}^{-1}$) imale su signifikantno veći prinos sirovih bjelančevina tritikale od kontrolne varijante, koja je imala signifikantno najniži prinos bjelančevina ($1\ 562 \text{ kg ha}^{-1}$). Varijante 2 ($1\ 880 \text{ kg ha}^{-1}$) i 4 ($2\ 038 \text{ kg ha}^{-1}$) nisu se značajno razlikovale u prinosima bjelančevina tritikale.

Bakterizirana varijanta 2 ($2\ 166 \text{ kg ha}^{-1}$), KAN-om prihranjivane varijante 3 ($2\ 438 \text{ kg ha}^{-1}$) i 4 ($2\ 305 \text{ kg ha}^{-1}$) imale su signifikantno veći ukupni prinos sirovih bjelančevina smjese od kontrolne varijante 1 ($1\ 758 \text{ kg ha}^{-1}$). Između bakterizirane varijante 2 ($2\ 166 \text{ kg ha}^{-1}$) i varijante 4 ($2\ 305 \text{ kg ha}^{-1}$) nije bilo značajnih razlika u ukupnim prinosima bjelančevina smjese, kao ni između prihranjivanih varijanti 3 ($2\ 438 \text{ kg ha}^{-1}$) i 4 ($2\ 305 \text{ kg ha}^{-1}$).

Tablica 5: Prinosi sirovih bjelančevina ozime smjese u kg ha^{-1} (2001. g.)

Table 5: Crude protein winter mixture yield, kg ha^{-1} (2001)

Varijanta Variant	Prinosi sirovih bjelančevina kg ha^{-1} Crude protein yield kg ha^{-1}		
	Grašak Pea	Tritikale Triticale	Ukupno Total
Kontrola /Control	196	1562	1758
Bakterizacija /Inoculation	286	1880	2166
Prihrana dušikom /Nitrogen Top-Dressing	333	2105	2438
Bakterizacija + prihrana dušikom/ Inoculation + Nitrogen Top-Dressing	267	2038	2305
LSD 0,05	88 kg ha^{-1}	188 kg ha^{-1}	239 kg ha^{-1}

Rasprava

Porastom pučanstva svakim se danom povećavaju potrebe za hranom. Da bi se te povećane potrebe zadovoljile, traže se racionalnija rješenja koja obuhvaćaju i štednju fosilne energije. Da bi se postigli visoki prinosi i visoke kakvoće, krmnim kulturama treba osigurati velike količine dušika. Budući da biljke iz porodice mahunarki žive u simbiozi s bakterijama iz roda *Rhizobium*, koje vežu atmosferski dušik kojeg nad svakim hektarom površine ima oko 6 400 kg (FAO, 1984.), one tom fiksacijom namiruju svoje potrebe za dušikom, koristeći pri tom sunčevu energiju. Toj simbioznoj fiksaciji dušika danas se posvećuje velika pažnja. U svijetu se vrše brojna istraživanja kako bi bile odabrane najdjelotvornije simbiotske zajednice kultivara mahunarki i sojeva bakterija. U tu su svrhu provedena istraživanja fiksacije dušika s novim sojem *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, iz zbirke Zavoda za mikrobiologiju, kojim je bakterizirano sjeme ozimog graška cv. Maksimirski ozimi, kojima se utvrđivala djelotvornost fiksacije dušika kultivara i x soja. Tijekom vegetacije utvrđivan je ukupan broj i aktivnost kvržica na korijenu graška, kao i prinosi i kakvoća proizvedene mase graška u smjesi s tritikale.

Najveći ukupni broj kvržica utvrđen je na bakteriziranoj varijanti 2 (120 u prvoj godini istraživanja i 161 u drugoj godini) što je u suglasju s rezultatima Štafa i sur. (1999.) koji su utvrdili da bakterizacija povećava ukupan broj kvržica na korijenu graška od 104 na kontrolnoj varijanti do 159 na bakteriziranoj varijanti. Jarak (1989.) je na korijenu 1 biljke graška utvrdila od 16 do 44 kvržice. Peenstra (1980.), Nutman (1969.) i Lie (1981.) utvrdili su da se broj kvržica po biljci graška kreće od 13 do 85, i da sposobnost nodulacije ovisi od soja *Rhizobium leguminosarum*.

Bakterizirana varijanta 2 (133) imala je u prosjeku najveći broj aktivnih kvržica u odnosu na ostale varijante istraživanja, što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafa i sur. (1999.) koji su utvrdili, također u prosjeku, najveći broj aktivnih kvržica na bakteriziranoj varijanti (99).

Najveći prinosi zelene mase graška u prosjeku su utvrđeni na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 (14,55 t ha⁻¹) i bakteriziranoj varijanti 2 (14,2 t ha⁻¹), dok su Štafa i sur. (1999.) utvrdili u prosjeku znatno veće prinose zelene mase graška na bakteriziranoj varijanti 2 (33,2 t ha⁻¹) i kontroli (31,9 t ha⁻¹).

U prosjeku, ukupni prinosi zelene mase smjese iznosili su od 48,2 t ha⁻¹ na kontroli, do 52,1 t ha⁻¹ na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3, što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafa i sur. (2002.), u kojima su na četiri obiteljska gospodarstva, u početku cvatnje graška, postigli u prosjeku nešto niže ukupne prinose zelene mase smjese (38,2 t ha⁻¹), a u punoj cvatnji graška

nešto više ukupne prinose smjese ($56,9 \text{ t ha}^{-1}$) u odnosu na gore navedene prinose smjese.

Najveći prinosi suhe tvari graška u prosjeku su utvrđeni na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 ($2,9 \text{ t ha}^{-1}$) i bakteriziranoj varijanti 2 ($2,7 \text{ t ha}^{-1}$), dok su Štafa i sur. (1999.) utvrdili u prosjeku znatno veće prinose suhe tvari graška na bakteriziranoj varijanti 2 ($8,05 \text{ t ha}^{-1}$) i KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 ($7,05 \text{ t ha}^{-1}$).

U prosjeku ukupni prinosi suhe tvari smjese varirali su od $11,6 \text{ t ha}^{-1}$ na kontroli, do $13,3 \text{ t ha}^{-1}$ na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3, što je u suglasju s trogodišnjim istraživanjima Štafe i sur. (2002.) koji su na četiri obiteljska gospodarstva, u početku cvatnje graška, postigli u prosjeku nešto manje ukupne prinose suhe tvari smjese ($7,41 \text{ t ha}^{-1}$) a u punoj cvatnji graška ti su ukupni prinosi suhe tvari smjese bili gotovo identični ($13,4 \text{ t ha}^{-1}$).

KAN-om prihranjivana varijanta 3 (2 438 kg ha^{-1}) dala je 680 kg ha^{-1} više sirovih bjelančevina smjese u odnosu na prinos kontrole (1 758 kg ha^{-1}), a za 272 kg ha^{-1} veći prinos sirovih bjelančevina smjese od bakterizirane varijante 2 (2 166 kg ha^{-1}).

Zaključci

Temeljem dvogodišnjih istraživanja djelotvornosti *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* na ozimom grašku cv. Maksimirski ozimi u smjesi s tritikale cv. Clercal provedenih na Agronomskom fakultetu u Zagrebu može se zaključiti:

- Utvrđen je signifikantno veći prosječan broj aktivnih kvržica na korijenu graška bakterizirane varijante, u odnosu na ostale varijante istraživanja u obje godine istraživanja.
- Prihrana KAN-om signifikantno je smanjila broj aktivnih kvržica na korijenu graška, kao i ukupan broj kvržica.
- Bakterizacijom sjemena graška povećan je ukupan broj kvržica na korijenu graška, u odnosu na ostale varijante istraživanja.
- Na prosječne prinose zelene mase graška, tritikale i ukupne prinose zelene mase smjese, nije značajno djelovao tretman, odnosno bakterizacija i prihrana KAN-om, kao ni na prinos suhe tvari graška.
- Prinos suhe tvari tritikale ($10,4 \text{ t ha}^{-1}$ i $10,1 \text{ t ha}^{-1}$), kao i ukupni prinosi smjese ($13,3 \text{ t ha}^{-1}$ i $12,6 \text{ t ha}^{-1}$), bili su utvrđeni na KAN-om prihranjivanoj varijanti 3 i bakteriziranoj i KAN-om prihranjivanoj varijanti 4.

- Signifikantno najveći prinos sirovih bjelančevina smjese graška i tritikale utvrđen je KAN-om prihranjivanom varijantom 3 ($2\,438\text{ kg ha}^{-1}$), u odnosu na kontrolu ($1\,758\text{ kg ha}^{-1}$) i bakteriziranu varijantu 2 ($2\,166\text{ kg ha}^{-1}$), ali u odnosu na varijantu 4 ($2\,305\text{ kg ha}^{-1}$) ta razlika nije bila značajno opravdana ($P>0,05$).

EFFECT OF INOCULATION AND NITROGEN TOP-DRESSING ON YIELD AND FODDER VALUE OF WINTER PEA IN TRITICALE MIXTURE

Summary

Two year field trials (1999-2001) were carried out to determine the effect of seed winter pea inoculation and nitrogen top-dressing on a number and activity of pea root nodules and also on the green mass and dry matter yield of winter pea cv. Maksimirski ozimi and triticale cv. Clercal mixture. Wright before sowing the inoculation of pea seeds was performed by the indigenous variety of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* which is part of microbial collection of the Department of Microbiology at the Faculty of Agriculture University of Zagreb. The highest total nodule number on pea root (141) was determined on the inoculated variant as well as active nodule (133). Average mixture green mass yield were ranging from $48,2\text{ t ha}^{-1}$ (control) up to $52,1\text{ t ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing). Total dry matter yields were ranging from $11,6\text{ t ha}^{-1}$ (control) up to $13,3\text{ t ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing). Pea crude proteins yields in 2001 were ranging from 196 kg ha^{-1} (control) up to 333 kg ha^{-1} (nitrogen top-dressing) and for triticale, those values were from $1\,562\text{ kg ha}^{-1}$ (control) up to $2\,105\text{ kg ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing). Total crude proteins mixture yield were from $1\,758\text{ kg ha}^{-1}$ (control) up to $2\,438\text{ kg ha}^{-1}$ (nitrogen top-dressing).

Key words: inoculation, nitrogen top-dressing, green mass yield, dry matter yield, fodder value

Literatura

- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (1984): Official Methods of Analysis 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BONNIER, C., BRAKEL J. (1969): Lutte biologique contre la paim Eddition J. Duculot, S.A., Gemblax.
- BUTORAC, A. (1999): Opća Agronomija, 369-372, Zagreb.

- ČIŽEK, J. (1970.): Proizvodnja i korištenje krmnog bilja, 55-56, Zagreb.
- DANJEK, I. (1994.): Utjecaj gnojide dušikom na prinos zrna stočnog graška (*Pisum sativum* var. *arvense*), Poljoprivredna znanstvena smotra br. 2-3, Zagreb.
- DLG Futterwerttabellen-Wiederkäuer (1997.): Frankfurt.
- EVANS, H.J., BARBER, L.E. (1997.): Biological nitrogen fixation for food and fiber production. *Science* 197. 332-339.
- FETTEL, N.A., OCONNOR, G.E., CARPENTER, D.J., EVANS, J., BAMFORTH, I., OTIBOATENG, C., HEBB, D.M., BROCKWELL, J. (1997.): Nodulation studies on legumes exotic to Australia-the influence of soil populations and inocula of *Rhizobium leguminosarum* bv *Viciae* on nodulation and nitrogen fixation bi fields peas. *Applied Soil Ecology*. 5(3): 197-210.
- GULDEN, R.H., VESSEY, J.K. (1997.): The stimulating effect of ammonium on nodulation in *Pisum sativum* L. is not long lived once ammonium supply is discontinued. *Plant & Soil*. 195 (1): 195-205.
- JARAK, M. (1989.): Istraživanja važnijih svojstava nekih sojeva *Rhizobium leguminosarum*. *Poljoprivredna znanstvena smotra* br. 1-2, Zagreb.
- HARDY, R.W.F., HAVELKA, U.D. (1975.): Nitrogen fixation research: a key to world food? *Science* 188, 633-643.
- LIE, T. A. (1981.): Gene centres, a source for genetic variants in symbiotic nitrogen fixation: host induced ineffectivity in *Pisum sativum* ecotype *fulvum*. *Plant and Soil*, V. 61, 125-134.
- NUTMAN, P. S., ROSA, G. J. (1969.): *Rhizobium* in the Soils of the Rothamsted and Woburn Farms. Rothamsted report, part 2, 148-167.
- PEENSTRA, W.J., JACOBSON, E. (1980.): A new pea mutant efficiently nodulating in the presence of nitrate. *Theor. Appl. Genet.* V. 58, 39-42.
- RUSSEL, J.E. (1950.): Soil conditions and Plant growth. Hongmais Green and Co., London, New York, Toronto.
- STRUNJAK, R., REDŽEPOVIĆ, S. (1986.): Bakterizacija leguminoza-agrotehnička mjera u službi štednje energije, *Poljoprivredna znanstvena smotra* br. 72, str.109-115.
- ŠTAFIĆ Z. (1988): Krmni međusjevi u proizvodnji mesa i mlijeka, *Agronomski glasnik* br. 1;75-86, Zagreb.
- ŠTAFIĆ, Z., DOGAN, Z. (1983.): Osobine kvalitete i produktivnosti ozimih lepirnjača u smjesi s ozimim žitaricama, IV.Jugoslavenski simpozium o krmnom bilju, Zbornik naučnih radova 430-443, Novi Sad.
- ŠTAFIĆ, Z., DANJEK, I., CRNOBRNJA, L., DOGAN, Z. (1993.): Proizvodnja krme za 15 000 l mlijeka s 1 hektara, *Poljoprivredne aktualnosti* br. 29, str. 483-492.
- ŠTAFIĆ, Z., KNEŽEVIĆ, M., STIPIĆ, N. (1994.): Proizvodnja krme na oranicama i travnjacima kao tehnološka osnovica za proizvodnju mlijeka i mesa u govedarskoj

proizvodnji. Poljoprivreda i proizvodnja hrane u novom europskom okruženju. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 16 i 17. 12. Zbornik radova 161-170.

ŠTAFA, Z., DANJEK, I. (1997.): Proizvodnja kvalitetne krme u slijedu kao tehnološka osnovica za visoku proizvodnju mlijeka po hektaru, Zagreb, Mljekarstvo, 47(1), 3-16.

ŠTAFA, Z., GRGIĆ, Z., MAČEŠIĆ, D., DANJEK, I., UHER, D. (1998.): Proizvodnja krme u slijedu na obiteljskom gospodarstvu, Zagreb, Mljekarstvo, 48 (4), 211-226.

Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen fixation, FAO, 1989.

ŠTAFA, Z., REDŽEPOVIĆ, S., GRBEŠA, D., UHER, D., MAČEŠIĆ, D., LETO, J. (1999.): Utjecaj bakterizacije i prihrane KAN-om na osobine, prinos i krmnu vrijednost ozimog graška u smjesi sa pšenicom, Zagreb, Poljoprivredna znanstvena smotra, 64 (3), 211-222.

UHER, D. (1998.): Utjecaj inokulacije i mineralne gnojidbe dušikom na prinos ozime smjese graška i pšenice. Diplomski rad, Zagreb.

Adrese autora-Author's addresses:

Mr. sc. Darko Uher¹

Prof. dr. sc. Zvonimir Štafa¹

Mr. sc. Mihaela Blažinkov²

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

¹Zavod za specijalnu proizvodnju bilja

²Zavod za mikrobiologiju

Prispjelo-Received: 01. 09. 2005.

Prihvaćeno-Accepted: 19. 10. 2005.